

**PATRONES DE MOVIMIENTO E INCUBACION DEL TINAMÚ CHICO (*CRYPTURELLUS SOUI*)
(TINAMIDAE) EN CALI, COLOMBIA.**

Diego Fernando Guillen Niño

*Grupo de Ecología de agroecosistemas y hábitats naturales Universidad del Valle, Cali-Colombia.
correo electrónico: diego.guillen@correounivalle.edu.co*

Lorena Cruz Bernate, M.Sc

*Grupo de Ecología de agroecosistemas y hábitats naturales Universidad del Valle, Cali-Colombia.
correo electrónico: lorena.cruz@correounivalle.edu.co*

Germán Augusto Corredor, Ph.D.

*Grupo de Ecología de agroecosistemas y hábitats naturales Universidad del Valle, Cali-Colombia.
correo electrónico: geman.corredor@gmail. com.*

RESUMEN

Con el fin de entender aspectos de la biología reproductiva y conductual de *Crypturellus soui*, se monitorearon mediante telemetría siete aves en el área del predio Loma Larga, vereda el Peón, corregimiento Pance del municipio de Cali, desde Junio 2014 hasta Marzo 2015. De los individuos se registró movimientos diarios, patrón de incubación y además se hizo una caracterización vegetal de la zona circundante a los nidos. Se realizó un análisis mediante modelos mixtos y herramientas SIG para determinar los patrones de movimiento usando radios de alta frecuencia. Los patrones de incubación se establecieron mediante el registro por telemetría en combinación con sensores térmicos en el nido. El periodo de incubación dura 19 días. En un periodo de 24 horas los machos invierten el $79,5 \pm 3,5 \%$ (rango: 74,8 %- 84,6 %) del tiempo incubando. Los viajes fuera del nido tomaban en promedio 118 ± 86 min. Se encontró que los machos permanecen más tiempo fuera del nido en la jornada de la mañana y durante la incubación sus desplazamientos son más cortos. En la vegetación circundante a los nidos se encontró que las familias con mayor índice de valor de importancia fueron Asteraceae y Melastomataceae y las especies más dominantes fueron *Henriettea semmannii* y *Miconia minutiflora*. El tinamú chico o Chorola es una de las principales aves caminadoras del piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones de Cali, el estudio genera información que puede servir en la toma de decisiones respecto a su conservación.

Palabras clave: andes, comportamiento, reproducción, PNN Farallones de Cali, cordillera occidental, bosque seco tropical, telemetría.

ABSTRACT

In order to understand aspects of the reproductive and behavioral biology of *Crypturellus soui*, seven birds were monitored using telemetry in a suburban zone know as Loma Larga, near Pance that belongs to the municipality of Cali, from June 2014 to March 2015. Daily movements, incubation pattern and also a vegetal characterization of nest was studied. An analysis was carried out using mixed models and GIS tools to determine movement patterns using high frequency radios. Incubation patterns were established using telemetry in combination with thermal sensors (dataloggers). The

incubation period lasts 19 days. In a 24-hour period, the males invest $79.5 \pm 3.5 \%$ (range: 74.8 % - 84.6 %) of the incubating time. Trips outside the nest took an average of 118 ± 86 min. The males spend more time outside the nest in the morning and during incubation their displacements are shorter. About vegetation surrounding the nests, the families with the highest importance value index were Asteraceae and Melastomataceae and the most dominant species were *Henriettea semmannii* and *Miconia minutiflora*. The little tinamú or Chorola is one of the main game birds of the foothills of the National Park Farallones de Cali, this study generates information that can be used to take decisions regarding its conservation.

Key words: : andes, behavior, reproduction, Farallones de Cali, western cordillera, tropical dry forest, telemetry.

INTRODUCCIÓN

La familia Tinamidae se encuentra en la región neotropical desde México hasta el sur de Chile y Argentina. Es la familia de aves vivientes más primitiva, existen registros fósiles de la época del mioceno con alrededor de 10 millones de años de antigüedad y conservan algunos rasgos reptilianos como proteínas sanguíneas y la morfología del paladar (Cabot 1992, Bertelli & Chiappe 2005). Se encuentra dividida en 2 subfamilias: Rhynchotinae con 18 especies y Tinaminae con 29 especies, de las cuales 21 pertenecen al género *Crypturellus* con varias subespecies. *Crypturellus soui*, o el Tinamú chico es una de las aves más pequeñas dentro del género, se caracteriza por desplazarse sobre el piso y ocupar diversos hábitats desde bosques húmedos y subtropicales, áreas con matorrales densos, bosques secundarios y también cultivos abandonados (Skutch 1963, Cabot 1992). Examinan el suelo del bosque en busca de semillas, frutos, insectos y en algunas ocasiones pequeños vertebrados (Cabot 1992). Es una especie de hábitos sigilosos y valiéndose de su plumaje críptico pasa inadvertido en el sotobosque lo cual dificulta poderla observar. Generalmente no vuela, aún cuando detecta una amenaza elige alejarse caminando, pero en caso de ser sorprendido, emprende el vuelo explosivo de forma estrepitosa hasta desaparecer entre la vegetación (Skutch 1963). Tiene como hábitos dormir sobre el suelo y vocalizar antes de ubicarse en su dormitorio (Skutch 1963, Lancaster

1964a). Se caracteriza por tener alas y cola muy cortas, esta última casi imperceptible de coloración rufo opaca. Sus partes superiores son café grisáceo/rufescente y la parte ventral blanca con el pecho más oscuro, cabeza ligeramente más gris y garganta blanquecina, aunque el plumaje es similar en la región superior para ambos sexos, el macho posee pecho café grisáceo a diferencia de la hembra donde es rufo y brillante (Skutch 1963, Hilty 2009). Del sistema de apareamiento en tinamúes, se ha reportado monogamia, poliandria y poliginandria, todos con cuidado paternal único por parte de los machos (Handford & Mares 1985, Cabot 1992, Davies 2002). Para el género *Crypturellus*, existen reportes de poliginandria en *C. boucardy* y poliandria *C. bartletti* (Lancaster 1964b, Schelsky 2003). Según Orians (1969), a pesar del costo extra de la poliandria en las hembras (competencia por territorio, producción de gametos), existe compensación con beneficios en forma de calidad de pareja y territorio; que afectan en gran medida el éxito reproductivo, relacionado con la estructura vegetal de los hábitat reproductivos (Mills *et al.* 1991). La época reproductiva ocurre a lo largo del año en Costa Rica y Surinam, en Trinidad y Tobago durante los meses de mayo, agosto y octubre; para Panamá de febrero a agosto. Para el género *Crypturellus* existen descripciones de los nidos y huevos en sólo 13 de las 21 especies (Cabbot 1992, Davies 2002). La mayoría de los nidos son ligeras depresiones en el suelo, rodeados de hojas muertas, ubicados en la base de árboles, arbustos o pastos densos (Skutch 1963, Wetmore 1965, Cabot 1992), el tamaño de la postura es de 1 a 4 huevos y su color varía dependiendo de la subespecie entre violeta rojizo, ladrillo rosado y chocolate rojizo (Cabot 1992). La incubación dura alrededor de 19 días (Cabot 1992), se realiza principalmente después del mediodía hasta el amanecer. Los polluelos presentan coloración gris en cobertoras y coronilla, poseen manchas café pálidas en superciliares y auriculares, la región del pecho es café con estriado gris (Skutch 1963). Estudios por Brennan (2004, 2009, 2012) en poblaciones de bosques, mencionan aspectos como la ecología evolutiva, historia natural, sistemas de apareamiento, dinámica de poblaciones y técnicas para el estudio de este grupo (Brennan 2004), indican que esta familia es

una de las menos estudiadas y lo que se conoce de ecología y comportamiento, son investigaciones realizadas entre los años 1950 y 1960. Son pocos los tratados acerca de los sitios de anidamiento empleados y el rol de cada sexo en la reproducción. Por lo tanto, conocer sus desplazamientos en actividades normales de búsqueda de alimento, apareamiento y cuidado de polluelos, en un periodo de tiempo, conocido como área de ámbito doméstico (Burt 1943), indicaría cómo son los patrones de uso del espacio durante su ciclo reproductivo y daría indicios de cómo podría ser su sistema de apareamiento. Este trabajo tuvo como propósito conocer los patrones de movimiento de los adultos reproductivamente activos del tinamú chico y cuantificar la inversión que hace el macho y la hembra al cuidado paternal por medio de radio-monitoreo de individuos durante los periodos de incubación, eclosión y éxodo de los polluelos. Igualmente se determinó las condiciones de vegetación presente en los sitios escogidos para el anidamiento. Este estudio ofrece la oportunidad de ampliar información sobre el género de quien incuba y sus patrones de inversión paternal a dicha actividad.

MÉTODOS

Área de estudio

Los individuos de tinamú chico fueron estudiados en el predio Loma Larga, vereda el Peón, corregimiento Pance del municipio de Cali ($3^{\circ}19'0,7''\text{N}$, $76^{\circ}34'39''\text{W}$), piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN Farallones). Esta zona se encuentra entre los 1.100 y 1.250 msnm en la zona de amortiguación del PNN Farallones de Cali, con una precipitación y temperatura promedio anual de 1.900 mm (L.G. Naranjo, datos no publ.) y $23,9^{\circ}\text{C}$ respectivamente (IDEAM 2015). Esta área representa la vegetación secundaria del ecosistema zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (ZAST) (IDEAM et al. 2007). La localidad tiene 40 hectáreas compuestas por: bosques de cañada, matorrales en diferentes estados sucesionales, potreros y viviendas dispersas,

atravesadas por la quebrada la Quesada. Las especies vegetales predominantes se referencian en la tabla 1 .

Ubicación y captura de los individuos.

El trabajo de campo se llevó a cabo desde marzo de 2014 hasta febrero de 2015. Los siete individuos de *Crypturellus soui* (tres machos y cuatro hembras) fueron capturados entre Mayo- Agosto 2014. Antes de oscurecer, con una grabadora se reproduce el canto de la especie (playback). A los individuos que respondieron con vocalizaciones al “canto de la especie”, se les estimó su posible ubicación dentro del área (según de donde provenía el canto) y en horas de la noche se procedió a realizar la búsqueda y captura con una jama (Schelsky 2003, Brennan 2004). Para cada ave capturada se infirió el sexo, con base en sus medidas morfométricas, coloración del plumaje y peso. También se registró la fecha, hora, posición GPS y se le colocó un transmisor de 3,9 g (Modelo PD-2_Holohil_Systems, ltd, Ontario, Canadá) y anillos de colores en la región del tarso-metatarso para su reconocimiento individual.

Seguimiento mediante radio telemetría.

A cada individuo capturado se le instaló un trasmisor de alta frecuencia (VHF) en la espalda a manera de morral (arnés), mediante un alambre flexible de acero cubierto con plástico dejando un espacio libre de 7 mm para prevenir lesiones (adaptado de Rappole & Tipton 1991). El código designado para identificar cada individuo fue el número del canal receptor (Tabla 2).

El monitoreo de cada individuo por telemetría comenzó el día después de la captura y duró aproximadamente de tres a cinco meses (tiempo de duración de la batería). Para el seguimiento se utilizó un receptor de frecuencia (Telonics_TR-4) acompañado de una antena tipo Yagi (Telemetry_Electronics_Consultants_TELONICS, Mesa, Arizona). Se ubicó la orientación de la señal más fuerte del individuo en dos puntos, se geo-referenció cada punto, y para cada individuo se registraron

4 lecturas diarias que incluían fecha, hora, individuo, rumbo y posición geográfica usando un GPS.

Los datos se tomaron entre las 5:30 h y las 18:30 h.

Búsqueda y observación de individuos con nidos

Los nidos fueron encontrados entre Junio y Diciembre del 2014, mediante el seguimiento de los adultos por telemetría. Cuando un macho se detectó en un mismo punto durante varios días se realizó la confirmación visual del nido. Cada nido se describió, geo-referenció y midió mediante un GPS (GARMIN_GPSMAP_60CSX) y un calibrador (Spi_31-415-3; 0,1 mm de precisión). Los huevos se pesaron con una balanza de resorte de 30 g ($\pm 0,25$ g Pesola) y se asumió un periodo de incubación de 19 días (Cabot 1992), entendido como el número de días entre el último huevo puesto y el último huevo en eclosionar (Westerskov 1950). Aprovechando los recesos de los individuos, se instaló un escondite a 10 m del nido, las observaciones se realizaron en bloques de 3 a 4 horas continuas, rotándose la hora de inicio en cada día (Nido_1= 4 jornadas, Nido_2= 6 jornadas Nido_3 = 5 jornadas, Nido_4= 5 jornadas Nido_5=3 jornadas). Se cubrió todo el espectro comprendido entre las 06:00 h y 18:00 h para detectar patrones conductuales diarios. Se tomaron datos referentes al comportamiento y la participación de cada individuo en la incubación. Para determinar el patrón de incubación, se usaron sensores de temperatura y humedad (datalogger_Ibutton_Signatrol_SL54TH), registros de posición (telemetría) y observaciones directas (escondite). Los sensores se colocaron de a dos en cada nido, programados para registrar cada 5 minutos. Se instaló uno en la base del nido a nivel de los huevos y el otro a 10 cm del nido como control. Los datos de los sensores fueron usados para calcular el porcentaje que invierten incubando en un periodo de 24 horas.

Caracterizar la vegetación de los lugares de anidación

En 7 sitios de anidación, se tomaron datos de la vegetación en parcelas de 5 x 5 metros, se caracterizaron los árboles y arbustos, con centro en cada nido encontrado. Para el muestreo de árboles se usó un $DAP \geq 5$ cm medido a 1,3 m del suelo, en los arbustos se registraron los individuos leñosos

con diámetro entre 0,5 y 2,5 cm, medido a 50 cm del suelo, con las hierbas, pastizales y rastrojos se tomó aquellas con altura mayor a 40 cm. Para cada individuo se registró el nombre, hábito de crecimiento, circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura aproximada y características como el tipo de corteza, aromas, entre otros para facilitar su identificación. Se evaluó la cobertura del suelo teniendo en cuenta el porcentaje de herbáceas que lo cubría. En último lugar, se evaluó la cobertura del dosel con la ayuda de un densiómetro esférico cóncavo (DSM43A).

Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos fueron realizados usando el software libre R (R Development Core Team 2012). Para determinar las ubicaciones de los individuos seguidos con radio telemetría, se utilizó el plugin Ani Move triangulation, del software QGIS, un sistema de información geográfica (QGIS Development Team 2014). Las áreas de ámbito doméstico (AAD) se determinaron mediante la aplicación de la herramienta Home Range Tools (Rodgers et al. 2015), de ArcGis. Se utilizó el mínimo polígono convexo al 100 %. Para determinar diferencias de AAD entre periodos reproductivos se utilizó una prueba t de dos colas.

Para describir los patrones de movimiento e incubación se realizaron tres análisis mediante modelos mixtos. Para cada uno de los análisis y a partir de las variables disponibles, se buscó elaborar un set de modelos y escoger el que mejor representara los datos observados (Tabla 3). Se eligió trabajar con modelos mixtos debido a la presencia tanto de factores fijos como aleatorios en las observaciones. Estos factores aleatorios consistieron en los individuos (o parejas), ya que los datos se registran sobre cada uno de ellos por separado a lo largo del tiempo.

Los tres análisis se realizaron para a) recesos de incubación, b) distancia diaria recorrida entre machos y hembras durante el periodo de incubación y c) distancia diaria recorrida antes, durante y después de la incubación; para cada variable de respuesta se propusieron 8 modelos distintos (Tabla 3). Se utilizó el paquete lmerTest de R (R Development Core Team 2012). Un requisito de los

modelos mixtos es la normalidad de los residuales, lo cual se logró mediante transformación por raíz cuadrada de la variable principal (tiempo y dist_tot). Posteriormente se realizó la comparación entre modelos (Tabla 3). Según (Bozdogan, 1987) los principales criterios para la selección de modelos son la bondad de ajuste y complejidad de la formula, que se ven resumidos en el AIC. El mejor modelo es preferiblemente aquel que tenga el menor criterio de información de Akaike (AIC) y que sea el más parcimonioso (Akaike 1974). Tanto en dist.-incubacion como dist. Periodo se eligió el mejor modelo en base al BIC debido a similitudes en el AIC.

Con los datos de las parcelas muestreadas se determinó la riqueza total, la frecuencia relativa (número de parcelas en que se encuentra la sp. n/ número total de parcela). Para los individuos con $DAP \geq 5$ cm se estimó el índice de valor de importancia (IVI) así como el índice de valor de importancia por familias (IVIF) para estimar las familias dominantes.

RESULTADOS

Patrones de incubación diarios.

Durante el seguimiento de los tres machos, 7 nidos fueron encontrados y monitoreados en diferentes etapas de la incubación. De estos, dos fueron abandonados por el macho en etapa temprana y los cinco restantes (CH2= 2 nidos, CH4 =1 nido, CH12b=2 nidos)(Tabla 2), fueron monitoreados mediante dattaloguer durante 1.120,73 h del 2014 y principios del 2015. En un periodo de 24 horas los machos invierten el $79,5 \pm 3,5$ % (rango: 74,8 %- 84,6 %) del tiempo incubando (Fig.1a). Se registraron 115 recesos de incubación cuya duración promedio fue de 118 ± 86 min (rango 102-354 min). La cantidad máxima de tiempo invertido fuera de un nido durante un sólo receso fue de 5,9 h realizado por el macho CH12b en el día 9 de incubación (Fig.1b). En los registros visuales (5 nidos, 11 avistamientos), y de los sensores no se presentó abandono del nido en la noche. Se encontró que los machos permanecen más tiempo fuera del nido dentro de la jornada de la mañana (Fig. 2a, Fig.

3).

El modelo 8 de recesos es escogido por su valor AIC(Tabla 3), el cual tiene la formula $tiempo \sim jornada * I(dia^4) + (1 | individuo)$. Indicando que el tiempo está dado por los factores jornada (M: mañana y T: tarde) y día. Se incluye un efecto aleatorio causado por las medidas repetidas sobre cada individuo, lo cual se expresa con el término $(1 | individuo)$. La comparación entre lo observado y lo estimado para este modelo se aprecia en la Figura 3.

Se observa una bondad de ajuste R² baja en todos los modelos, incluyendo los escogidos. En recesos de 0,169, en dist_incubación 0,0602 y en dist_periodo 0,0034 (Tabla 3). Esto indica que las variables tiempo del día (jornada: mañana y tarde), estadío del periodo de incubación (1: primeros cinco días de incubación, 2: entre día seis y 13 de incubación y 3: últimos cinco días de incubación), día y pareja, no explican por completo la variabilidad de la conducta mostrada por el macho en aspectos como el tiempo dedicado a los recesos de incubación, ni la distancia recorrida durante la reproducción. Esto se ve corroborado por las pruebas ANOVA presentadas en la tabla 4.

A pesar de los valores de R², se hizo el ejercicio de analizar cada uno de los mejores modelos encontrados. Para los recesos de incubación se observa que los factores jornada y día⁴ tienen valores de P significativos, su interacción no, pero según los cálculos del AIC aporta en la variación de la variable tiempo. Lo que quiere decir que el tiempo que el macho dedica a los recesos en la incubación pueden verse afectados por el momento del día (mañana vs tarde) y el día de avance del periodo de incubación (Fig.3); los machos se levantan de las posturas a diferentes horas de la mañana y en la tarde, efectuando recesos que consumen cantidades variables de tiempo (35-329 min). En general permanecen inmóviles en el nido en las primeras horas del amanecer, con un extenso receso a media mañana de 1 a 4 horas entre las 6:30 h a 13:30 h. En la tarde presentan recesos más cortos comprendidos de 18 a 78 min fluctuando entre 15:30 h a 17:30 h. A medida que avanzan los días de incubación sus recesos totales disminuyen y por lo general no se levantan, aunque se mueven

ligeramente para acicalarse, presentando recesos más cortos al levantarse (10 a 180 min).

En los análisis de distancia el R² es muy bajo, solo para el análisis de recesos se presentará la ecuación obtenida a partir de los coeficientes del modelo mixto. Se debe tener en cuenta que los datos se trabajaron con la raíz cuadrada del tiempo para lograr normalidad, la fórmula del coeficiente se debe elevar al cuadrado

Análisis de constancia: $\text{Tiempo} = (0.2628 - 0.0908 * \text{jornadaT} + 0.0035 * \text{día} + 0.0029 * \text{jornadaT} : \text{día})^2$

Comportamiento de incubación y crianza de polluelos

El Tinamú chico presenta posturas de 2 huevos (n=7). En una nidada se registró 19 días de incubación. Los machos se posan en los huevos ubicados en el suelo, siempre adjuntos a hábitat de matorral ya sea en la base de un estacón de árbol no muy grueso ($\text{DAP} \geq 5$) o cerca de algún arbusto, generalmente rodeados de plantas herbáceas que recubren un poco el nido. La base del nido suele estar recubierta por hojarasca, formando una ligera depresión, (Int_10x12 cm ext_18x18)(Fig.4). Usualmente el macho al salir o llegar al nido rota los huevos, aunque no se observó dicho comportamiento mientras estaba posado sobre ellos. Los huevos presentan color rosado violáceo, al principio de la postura es brillante y después se torna opaco, se mimetiza con los terracotas de la hojarasca. El porcentaje de depredación de nidadas antes de completar el periodo de incubación fue 14,29 % (n=7) y hubo abandono de 1 nidada.

Las fechas de postura (n=7) se distribuyen en el periodo comprendido entre: 25 de Junio de 2014 y 15 Diciembre de 2014. Probablemente la reproducción es continua e inicia al menos a principios de Abril, pues se registró un juvenil siguiendo un adulto el 13 de Abril de 2014 (Corredor 2016). Las hembras pueden generar una postura de remplazo en 11 días. Tanto las observaciones realizadas por Cabot (1992), como las realizadas en campo permitieron establecer un periodo de incubación de 19 días.

Dada la eclosión del último huevo, el macho abandona el nido con los polluelos dentro de las 24

horas siguientes. Respecto a la crianza de los polluelos se observó el macho Ch12b, con 1 cría de 26 días después de la eclosión, los datos de telemetría sugieren que pueden permanecer con las crías un periodo comprendido entre 14 y 26 días (n=4). La supervivencia de los polluelos después del abandono del nido, no pudo ser establecida.

Patrón de movimiento diario

En cuanto a las distancias diarias recorridas durante el periodo de incubación se encontró que las hembras presentaron mayores distancias recorridas (Fig. 2b) las cuales aumentaron hacia el final de la incubación, aunque la hembra no visita el nido después de colocar los huevos, ella permanece en zonas aledañas (rango 52-196 m), cuando el macho deja el nido para alimentarse, en varias ocasiones ambos individuos podían encontrarse en áreas destinadas a alimentarse. Dichas distancias se pueden apreciar en la comparación entre lo observado y lo estimado (Figura 5). Según el AIC (Tabla 3), de acuerdo a los datos recolectados el mejor modelo fue el número 7. Este modelo, tiene la fórmula $dist_{tot} \sim I(dia^4) + (1 | pareja)$. Indicando que la distancia está dada por el factor día⁴ y su interacción. Hay un efecto aleatorio causado por las medidas repetidas sobre cada individuo, lo cual se expresa con el término (1 | pareja), se evidencia que las hembras efectúan recorridos más largos sobre todo hacia el término de la incubación. Se encuentra que si existe una influencia del día (P=0.0471) en la distancia recorrida por la pareja durante el periodo de incubación (Tabla 4)

Con relación a las distancias diarias recorridas antes, durante y después de la incubación, se encontró mayores desplazamientos en machos durante la época previa a la incubación; en el periodo de incubación éstos recorrieron menores distancias; después de la incubación presentaron recorridos más largos que las hembras (Fig. 2c). Al analizar las distancias diarias recorridas entre parejas en los periodos previos a la postura (rango: 11 -44 días) tanto el macho como la hembra permanecen en promedio a menos de 50 m entre sí (rango: 1-173 m), conforme se acerca el día de la postura permanecen durmiendo cerca uno del otro o inclusive en el mismo lugar, durante el periodo de

incubación los machos no se alejaron más de 230 m del nido y una vez concluida la incubación estos presentaron recorridos diarios con los polluelos de hasta 445 m. Con base en los datos recolectados el mejor modelo corresponde al número 7, cuya fórmula es $dist_{tot} \sim I(dia^3) + (1 | pareja)$. Indicando que la distancia diaria recorrida está dada por el factor día³ y su interacción. A la vez que hay un efecto aleatorio causado por las medidas repetidas sobre cada individuo, lo cual se expresa con el término (1 | pareja). La comparación entre observado y estimado para este modelo se graficó en la figura 6.

Como se observa en la Tabla 2 las áreas de ámbito doméstico de los individuos durante el cuidado parental, el periodo de incubación y el comprendido antes de la postura (cortejo), variaron de tamaños. Para los machos se registraron áreas mas grandes durante el periodo de cortejo que durante la incubación ($p=0,0421$) y cuidado parental ($p=0,0313$), así como las áreas del periodo de incubación fueron un poco mayores que las del cuidado parental, a excepción de una nidada. Para las hembras no hubo diferencias entre el periodo de cortejo y la incubación ($p=0,403$) o con las áreas de cuidado parental ($p=0,067$).

Características de la vegetación del área de anidación

De las siete parcelas, sólo un lugar presentó datos atípicos de vegetación (zona de matorral podado). Se registraron en total 72 individuos, pertenecientes a 11 familias, agrupados en 20 especies, de las cuales siete presentaron individuos cuyo $DAP \geq 5$ cm y trece con $0,3 \leq DAP \leq 4,9$ cm. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae y Melastomataceae. Las familias con mayor abundancia fueron Melastomataceae, Asteraceae, Myrtaceae y Lauraceae acumulando el 80,6 % del total registrado. Las especies dominantes fueron *Miconia minutiflora*, *Eugenia aff. egensis*, *Chromolaena laevigata* y *Ocotea aurantiodora* que en conjunto representan el 59,7 % de los individuos. Además de encontrarse en hábitat de matorral con árboles, la zona del nido suele contener una gran cantidad de herbáceas como gramíneas, ciperáceas y plántulas. En un radio de 5 m alrededor del nido, este

se encontraba cubierto en promedio por un 75,14 % (n=7) de herbáceas. Así mismo, la cobertura del dosel presentó un 26,48 % (n=7) de luminosidad. Estas características permiten ocultar el nido y dificultar el acceso ante posibles depredadores. Se encontraron algunas especies arbóreas con frecuencias altas, como *Eugenia aff. egensis*, *Henrietea semmannii* y *Miconia minutiflora* estando presentes en más del 60 % de las parcelas muestreadas. Las que aportaron la mayor cobertura, basándose en el área basal, fueron *Henrietea semmannii*, *Schefflera morototoni* y *Clusia palmicida*. Según el índice de valor de importancia, las más importantes fueron *Henrietea semmannii*, seguida por *Miconia minutiflora* y *Schefflera morototoni*. Las familias más importantes (basados en el IVIF), fueron Melastomataceae, Araliaceae y Asteraceae con el 42,3 % de los individuos y las familias con mayor cobertura fueron Melastomataceae y Araliaceae que abarcaron el 89,15 % del área (Tabla 1).

DISCUSIÓN

En relación con el comportamiento de incubación *C. soui*, el porcentaje de tiempo que el macho invierte incubando los huevos en 24 horas (Fig. 1a) es muy similar al encontrado en *Crypturellus bartletti* (Schelsky 2003) pero menor al reportado en *Crypturellus boucardi* (Lancaster 1964b). Actualmente se conoce que estas diferencias están relacionadas con una gran cantidad de factores, como la temperatura ambiental, las necesidades térmicas y metabólicas tanto del embrión y el adulto (Haftorn & Reinertsen 1985, Conway & Martin 2000), el riesgo de depredación (Martin *et al.* 2000, Lima 2009), la disponibilidad de comida (Weeden 1966, Haftorn 1978), y el fotoperiodo (Zerba & Morton 1983), siendo este último un factor que influencia en gran manera la actividad diaria de los individuos (Dias *et al.* 2016). Al igual que en varias especies del género *Crypturellus* (Brooks *et al.* 2001, Schelsky 2003), los patrones de incubación de *C. soui* mostraron la existencia de dos picos de actividad fuera del nido durante el día, el primero en horas de la mañana seguido de uno finalizando la tarde, al representar este fenómeno en un modelo (Fig. 3) se observa la importancia

de los periodos donde el ave presenta un mínimo de atención al nido, de modo que el individuo invirtió tiempo en actividades fuera del nido como búsqueda de alimento y acicalamiento. Podríamos destacar que generalmente los recesos son precedidos por extensos periodos de incubación (Conway & Martin 2000), en el caso de *C.soui* el individuo incuba durante toda la noche y la duración de su primer receso del día le permite evaluar el presupuesto energético para emprender actividades como forrajeo y a continuación coordinar los periodos de atención al nido con base en factores de su historia natural, como la respuesta del individuo ante el comportamiento de la temperatura durante el día, coincidiendo la mayoría de los recesos con las horas de mayor temperatura del día. Aunque la supervivencia del embrión durante dichos recesos se ve mediada por aspectos fisiológicos asociados a la tasa de enfriamiento del embrión, la cual es más lenta en fases tempranas del periodo de incubación en comparación con los embriones en fases de desarrollo más avanzadas (Boulton & Cassey 2012). Esto respalda el por qué en las etapas avanzadas de la incubación en *C.soui*, la duración de los recesos disminuye de tal forma que en los dos últimos días se presentan periodos más extensos de atención en el nido; según Deeming (2002) citado por Brennan (2009), esto es similar a otras especies que presentan cuidado parental exclusivo por parte del macho, situación en la cual el individuo debe invertir el tiempo adecuado para suplir las necesidades térmicas del embrión; que varían conforme a factores relacionados con la calidad del hábitat (Folk 2003), la conductancia térmica del individuo que incuba, el tamaño de la postura y probabilidad de depredación, esta última relacionada con el tipo y lugar donde se encuentra el nido.

En comparación con otras especies de tinamúes la depredación de huevos en *C. soui* para esta investigación no fue tan alta (Cabot 1992, Davies 2002, Schelsky 2003, Brennan 2009). Debido principalmente a dos factores: Las estrategias de defensa y la cobertura del nido. Dichas estrategias reportadas tanto en *C.soui* como en otros tinamúes (Cabot 1992), se basan en permanecer inmóviles ante un peligro, lo que permite al individuo camuflar el nido o en caso de que tenga que huir,

distraer la atención del depredador emitiendo un vuelo explosivo lejos del sitio de anidación. En el caso de la cobertura alrededor al nido se observaron ciperáceas, gramíneas y arbustos los cuales se asemejan a la coloración de los huevos, lo cual incrementa el camuflaje y reduce la detección de los depredadores, especialmente la depredación por parte de aves (Solis & de Lope 1995, Castilla *et al.* 2007, Westmoreland & Kiltie 2007) y además repercute en la protección del sobrecalentamiento cuando el individuo se encuentra fuera del nido (Gillis *et al.* 2012). En relación con los modelos durante la incubación, se ve una reducción tanto de los movimientos (Fig.2b) como del área de ámbito doméstico en el macho (Tabla 2) en comparación con la etapa previa a la postura, esto debido a cambios en el cuidado parental, las exigencias de la termorregulación de los huevos y la crianza de los polluelos, factores que restringen el movimiento e influyen en el área de ámbito doméstico del individuo encargado de la incubación (Royle *et al.* 2013, Sokolov *et al.* 2014, Corredor 2016). Una vez los polluelos dejan el nido se presenta una mayor cantidad de desplazamientos del macho debido a que las áreas donde se efectúa la crianza de los polluelos corresponden a solo el $13 \pm 12,18 \%$ del área de ámbito doméstico total del macho (Corredor 2016); el cual debe desplazarse desde la ubicación del nido hasta lugares con la característica de estar asociados a fuentes de agua y cobertura boscosa, elementos importantes en el desarrollo de polluelos. En donde el consumo de agua e invertebrados por parte de estos puede ser hasta 3 veces mayor que en el adulto (Dawson *et al.* 1984, Corredor 2016). Estas características benefician el crecimiento de los polluelos al aumentar el valor de la proteína animal (Park *et al.* 2001). Aunque no fue posible seguir el movimiento de los polluelos una vez se independizaron, cabe mencionar que al igual que en otras especies de tinamúes los polluelos permanecen en la zona por un tiempo (Cabot 1992), y con base en los datos de telemetría los polluelos después de abandonar el nido pueden permanecer con el macho hasta finales de la tercera semana; etapa en la cual ya adquieren la capacidad de realizar vuelos cortos (Brooks 2015), lo cual les permite implementar estrategias de defensa ante los depredadores.

El entendimiento de los factores que influyen tanto el éxito reproductivo como los patrones de movimiento en especies asociadas a pequeños parches de bosque fragmentado, como los que sustentan las actividades diarias en *C.soui* , servirá como indicador para diagnosticar los efectos de la pérdida de hábitat, en especial los asociados a actividades humanas y así poder tener bases para la protección y el mantenimiento de estos remanentes que permiten la supervivencia de este habitante de los andes Colombianos.

AGRADECIMIENTOS

Presento mis agradecimientos al grupo de Investigación de Ecología de Agroecosistemas y Hábitats (GEAHNA) y a los profesores vinculados al proyecto de la convocatoria interna “Uso del hábitat por aves caminadoras de sotobosque en el piedemonte del PNN Farallones de Cali” por proporcionar el espacio para la fase de campo. Agradezco a Lorena Cruz Bernate, directora del trabajo de grado por su asesoría, interés e inapreciables aportes a la investigación. A Germán Augusto Corredor (codirector del trabajo) y Alba Marina Torres, por su disponibilidad y compañía en este proceso. A Andrés Gómez, Daniel Nieto y Estefanía Cuellar por sus sugerencias y a las personas que amablemente me brindaron su apoyo en cada una de las etapas de este proyecto. Por último, quiero agradecer a mis padres, familiares y amigos que fueron un apoyo constante e incondicional en mi proceso de formación profesional.

LITERATURA CITADA

- Akaike, H. (1974), “A new look at the statistical model identification”. *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 19 No. 6, pp. 716-723.
- Bertelli, S. and Chiappe, L. (2005), “Earliest tinamous (Aves:Palaeognathae) from the Miocene of Argentina and their phylogenetic position”, *Contributions in Science*, Vol. 502 No. 5, pp.

- Boulton, R. and Cassey, P. (2012), "How avian incubation behaviour influences egg surface temperatures: relationships with egg position, development and clutch size", *Journal of Avian Biology*, Vol. 43 No. 4, pp. 289-296.
- Bozdogan, H. (1987), Model selection and Akaike's Information Criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, Vol. 52 No. 3, pp. 345-370.
- Brennan, P. (2004), "Techniques for studying the behavioral ecology of forest-dwelling tinamous (Tinamidae)", *Ornitología neotropical*, Vol. 15 No. 3, pp. 329-337.
- Brennan, P. (2009), "Incubation in great tinamous: *Tinamus major*", *Wilson Journal of Ornithology*, Vol. 131 No. 3, pp. 506-511.
- Brennan, P. (2012), "Mixed paternity despite high male parental care in great tinamous and other Palaeognathes", *Animal Behaviour*, Vol. 84 No. 3, pp. 693-699.
- Brooks, D.M. (2015), "Behavior, Reproduction, and Development in Little Tinamou (*Crypturellus soui*)", *The Wilson Journal of Ornithology*, Vol. 127 No. 4, pp. 761-765.
- Brooks, D.M., Pando, L., Ocmin, A. and Tejada, J. (2001), Resource separation in a Napo-Amazonian game bird community", in Brooks, D.M. (Ed.), *Cracid ecology and conservation in the new millenium*, Houston Museum of Natural Science, Houston, Tex, pp. 213-225.
- Burt, W. (1943), "Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals", *Journal of Mammalogy*, Vol. 24 No. 3, pp. 346-352.
- Cabot, P. (1992), "Family Tinamidae (tinamous)", in del Hoyo, J. S. and Elliott, J. A., (Ed.), *Handbook of the birds of the world. Volume 1: Ostrich to Ducks*, Lynx, Barcelona, pp. 112-138.
- Castilla, A., Dhondt, A.A., Diaz-Uriarte, R., and Westmoreland, D. (2007), "Predation in ground-nesting birds: an experimental study using natural egg color variation", *Avian Conservation and Ecology*, Vol. 2 No. 1, pp. 1-12.
- Conway, C. and Martin, T. (2000), "Effects of ambient temperature on avian incubation behavior", *Behavioral Ecology*, Vol. 11 No. 2, pp.178-188.
- Corredor, G.A. (2016), *Hábitat, su uso e historia natural del tinamú chico (Crypturellus soui) en el piedemonte de los Farallones de Cali, Colombia*. Tesis de doctorado, Universidad del Valle.
- Davies, S. J. J. F. (2002), *Ratites and tinamous*, Oxford Univ. Press., New York, NY.
- Dawson, T.J, Read, D., Russell, E.M. and Herd, R.M. (1984), "Seasonal Variation in Daily Activity Patterns, Water Relations and Diet of Emus", *Emu - Austral Ornithology*, Vol. 84 No. 2, pp. 93-102.
- Deeming, D. C. (2002), "Behavior patterns during incubation". in Deeming, D. C.(Ed), *Avian incubation: behaviour, environment and evolution*, Oxford University Press, New York,NY pp. 63-87
- Dias, L., Bernardo, C. and Srbek-Araujo, A. (2016), "Daily and Seasonal Activity Patterns of the Solitary Tinamou (*Tinamus solitarius*) in the Atlantic Forest of Southeastern Brazil", *The Wilson Journal of Ornithology*, Vol. 128 No. 4, pp. 885-894.
- Folk, T.H. and Hepp, G.R. (2003), "Effects of Habitat Use and Movement Patterns on Incubation Behavior of Female Wood Ducks (*Aix sponsa*) in Southeast Alabama", *The Auk*, Vol. 120 No. 4, pp. 1159-1167.

- Gillis, H., Gauffre, B., Huot, R. and Bretagnolle, V. (2012), "Vegetation height and egg coloration differentially affect predation rate and overheating risk: an experimental test mimicking a ground-nesting bird", *Canadian Journal of Zoology*, Vol. 90 No.6, pp.694-703.
- Haftorn, S. (1978), "Energetics of Incubation by the Goldcrest *Regulus regulus* in Relation to Ambient Air Temperatures and the Geographical Distribution of the Species", *Ornis Scandinavica*, Vol. 9 No. 1, pp. 22-30.
- Haftorn, S. and Reinertsen, R.E. (1985), "The effect of temperature and clutch size on the energetic cost of incubation in a free-living blue tit (*Parus caeruleus*)", *Auk*, Vol. 102 No. 3, pp. 470-478.
- Handford, P. and Mares, M. A. (1985), "The mating systems of ratites and tinamous: an evolutionary perspective", *Biological Journal of the Linnean Society*, Vol. 25 No. 1, pp. 77-104.
- Hilty, S. L. and Brown, W. L. (2009), *Guía de las Aves de Colombia*, Asociación Colombiana de Ornitología, Bogotá.
- IDEAM., IGAC., IAvH., Invernar., Sinchi. and IIAP (2007), *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis (Invernar). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi and IIAP, Bogotá.
- IDEAM-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2015), "Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos", available at: www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/1Sitios+turisticos2.pdf/cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd (accessed 28 March 2015).
- Lancaster, D.A. (1964a), "Life history of the Boucard Tinamou in British Honduras. Part I: Distribution and general behavior", *Condor*, Vol. 66 No. 4, pp. 165-181.
- Lancaster, D. A. (1964b), "Life history of the Boucard Tinamou in British Honduras. Part II: Breeding biology", *Condor*, Vol. 66 No. 4, pp. 253-276.
- Lima, S. (2009), "Predators and the breeding bird: behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation", *Biological Reviews*, Vol. 84 No. 3, pp. 485-513.
- Martin, T.E., Scott, J. and Menge, C. (2000), "Nest predation increases with parental activity: separating nest site and parental activity effects", *Proceedings of the Royal Society of London B*, Vol. 267 No. 1459, pp. 2287-2293.
- Mills, G.S., Dunning, J.B. and Bates, J.M. (1991), "The relationship between breeding bird density and vegetation volume", *The Wilson Bulletin*, Vol. 103 No. 3, pp. 468-479.
- Orians, G. (1969), "On the Evolution of Mating Systems in Birds and Mammals", *The American Naturalist*, Vol. 103 No. 934, pp. 589-603.
- Park, K., Robertson, P., Campbell, S., Foster, R., Russell, Z., Newborn, D. and Hudson, P. (2001), "The role of invertebrates in the diet, growth and survival of red grouse (*Lagopus lagopus scoticus*) chicks", *Journal of Zoology*, Vol. 254 No. 2, pp. 137-145.
- QGIS Development Team (2014), *Quantum gis geographic information system*, Open source geospatial Foundation Project.

- R Development Core Team (2012), *R: A Language and Environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rappole, J. H. and Tipton, A. R. (1991), "New harness design for attachment of radio transmitters to small passerines", *Journal of Field Ornithology*, Vol. 62 No. 3, pp. 335–337.
- Rodgers, A.R., Kie, J.G., Wright, D., Beyer, H.L. and Carr, A.P. (2015), *HRT: Home Range Tools for ArcGIS*, Version 2.0, Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada.
- Royle, N., Smiseth, P. and Kolliker, M. (2013), *The evolution of parental care*, Oxford University Press, Oxford.
- Schelsky, W. (2003) *Life history traits and ecological factors that influence polyandry in Barlett's Tinamou, Crypturellus barletti*. Tesis de Maestría, University of Illinois.
- Skutch, A.F. (1963), "Life history of the little Tinamou", *The condor*, Vol. 65 No.3, pp. 224-231.
- Sokolov, V., Lecomte, N., Sokolov, A., Rahman, M. and Dixon, A. (2014), "Site fidelity and home range variation during the breeding season of peregrine falcons (*Falco peregrinus*) in Yamal, Russia", *Polar Biology*, Vol. 37 No. 11, pp. 1621-1631.
- Solis, J. and de Lope, F. (1995), "Nest and Egg Crypsis in the Ground-Nesting Stone Curlew *Burhinus oedipnemus*", *Journal of Avian Biology*, Vol. 26 No. 2, pp. 135-138.
- Weeden, J.S. (1966), "Diurnal Rhythm of Attentiveness of Incubating Female Tree Sparrows (*Spizella Arborea*) at a Northern Latitude", *The Auk*, Vol. 83 No. 3, pp. 368-388.
- Westerskov, K. (1950), "Methods for Determining the Age of Game Bird Eggs", *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 14 No. 1, pp. 56-67.
- Westmoreland, D. and Kiltie, R.A. (2007), "Egg coloration and selection for crypsis in open-nesting blackbirds", *Journal of Avian Biolgy* Vol. 38 No. 6, pp. 682–689.
- Wetmore, A. (1965), "The birds of the Republic of Panama. Part 1. Tinamidae (Tinamous) to Rynchopidae (Skimmers)", *Smithsonian miscellaneous collections*, Vol. 150 No. 1, pp. 17-24.
- Zerba, E. and Morton, M.L. (1983), "Dynamics of Incubation in Mountain White-Crowned Sparrows", *The Condor*, Vol. 85 No. 1, pp. 1-11.

Tabla 1. Lista de las especies vegetales encontradas en los sitios de anidación del Tinamú chico (*Crypturellus soui*), en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia., entre Junio y Diciembre de 2014. *A*= Abundancia; *AR* = Abundancia relativa; *F*= frecuencia; *FR*= frecuencia relativa; *C*= cobertura; *CR*= cobertura relativa; *IVI*= índice de valor de importancia por especie; *IVIF*= índice de valor de importancia por familia.

Familia	Especie	A	AR	F	FR	C	CR	IVI	IVIF
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (*)	4	5,56	3	8,11	1,1x10 ⁻¹	18,782	32,4	35,4
Asteraceae	<i>Asteraceae sp1</i>	1	1,39	1	2,70	1,34x10 ⁻⁵	0,002	4,1	
Asteraceae	<i>Asteraceae sp2</i>	1	1,39	1	2,70	7,16x10 ⁻⁵	0,012	4,1	29,0
Asteraceae	<i>Chromolaena laevigata</i>	6	8,33	2	5,41	1,15x10 ⁻³	0,196	13,9	
Asteraceae	<i>Mikania sp.</i>	2	2,78	2	5,41	6,07x10 ⁻⁴	0,104	8,3	
Clusiaceae	<i>Clusia palmicida</i>	1	1,39	1	2,70	5,26x10 ⁻²	9,010	13,1	14,1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> (*)	4	5,56	2	5,41	9,11x10 ⁻⁴	0,156	11,1	13,1
Lauraceae	<i>Ocotea aurantiodora</i> (*)	6	8,33	3	8,11	2,42x10 ⁻³	0,415	16,9	25,3
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	1	1,39	1	2,70	1,91x10 ⁻³	0,327	4,4	
Melastomataceae	<i>Henriettella hispidula</i> (*)	5	6,94	4	10,81	3,6x10 ⁻¹	61,681	79,4	131,9
Melastomataceae	<i>Miconia matthaei</i>	1	1,39	1	2,70	2,22x10 ⁻³	0,380	4,5	
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i> (*)	22	30,56	4	10,81	4,1x10 ⁻²	7,030	48,4	
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	1	1,39	1	2,70	7,4x10 ⁻³	1,268	5,4	
Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i>	2	2,78	2	5,41	6,37x10 ⁻⁵	0,011	8,2	
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	1	1,39	1	2,70	2,3x10 ⁻⁵	0,004	4,1	5,1
Myrtaceae	<i>Eugenia aff. egensis</i> (*)	9	12,50	4	10,81	6,47x10 ⁻⁴	0,111	23,4	28,8
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i>	1	1,39	1	2,70	7,96x10 ⁻⁶	0,001	4,1	
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	2	2,78	1	2,70	2,2x10 ⁻³	0,377	5,9	6,9
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	1	1,39	1	2,70	7,18x10 ⁻⁴	0,123	4,2	5,2
Siparunaceae	<i>Siparuna laurifolia</i>	1	1,39	1	2,70	4,97x10 ⁻⁵	0,009	4,1	5,1

(*) Especies utilizadas como alimento

Tabla 2. Periodo de uso del trasmisor y áreas de ámbito doméstico (AAD) del mínimo polígono convexo al 100 % para cinco nidadas, utilizada por los individuos antes de la postura, durante el periodo de incubación y durante el cuidado parental del Tinamú chico (*Crypturellus soui*), en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia.

Código individuo	Sexo	Periodo de uso del arnés (días)	Número de ubicaciones	Nido	AAD(ha)		
					Cortejo	Incubación	Cuidado Parental
CH4	M	104	136	1	5,5	3,57	2,58
CH2	M	155	213	2	6,23	1,66	0,48
				3	1,56	1,48	0,22
CH12b	M	160	165	4	1,96	0,8	1,2
				5	1,42	0,42	0,36
CH0(*)	F	231	189	1	2,71	3,20	2,11
CH7	F	148	192	2	3,19	3,54	1,85
				3	1,02	1,60	0,84
CH1	F	159	118	4	1,99	0,93	1,80
				5	0,97	1,00	1,00
CH13(**)	F	154	71				

(*) El individuo fue recapturado, para cambio de transmisor. (**) Sin pareja establecida

Tabla 3. Modelos propuestos y comparación para cada uno de los análisis teniendo en cuenta la variable respuesta, las variables independientes muestreadas y los efectos aleatorios. Se presentan los resultados de *AIC*, *BIC*, *R2*, *desviación*, *GL residuales* y *normalidad de residuales usando la prueba de Kolmogórov-Smirnov (KS)* para el Tinamú chico (*Crypturellus soui*) en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia.

Análisis	Modelo	Formula	AIC	BIC	R-Cuad	Desviación	GL residuales	Normalidad residuales (KS)
Recesos	1	tiempo ~ jornada + periodo + dia + (1 individuo)	-2,875,767	-2,661,385	0,1483	-301,58	151	0,9705
Recesos	2	tiempo ~ jornada + dia + (1 periodo) + (1 individuo)	-2,881,523	-2,697,767	0,1406	-300,15	152	0,9671
Recesos	3	tiempo ~ jornada * periodo * dia + (1 individuo)	-2,880,891	-2,452,127	0,2234	-316,09	144	0,2261
Recesos	4	tiempo ~ jornada * dia + periodo + (1 individuo)	-2,868,389	-2,623,381	0,1551	-302,84	150	0,9184
Recesos	5	tiempo ~ jornada * dia + (1 periodo) + (1 individuo)	-2,867,082	-2,652,701	0,1436	-300,71	151	0,9327
Recesos	6	tiempo ~ jornada * dia + (1 individuo)	-2,887,082	-2,703,327	0,1436	-300,71	152	0,9327
Recesos	7	tiempo ~ jornada * periodo + (1 individuo)	-2,902,171	-2,657,163	0,1731	-306,22	150	0,8146
Recesos	8	tiempo ~ jornada * I(dia^4) + (1 individuo)	-2,934,386	-275,063	0,169	-305,44	152	0,9019
Dist. incubación	1	dist_tot ~ sexo + dia + (1 individuo)	3,567,541	3,676,261	0,0336	346,75	60	0,7785
Dist. incubación	2	dist_tot ~ sexo * dia + (1 individuo)	3,584,776	3,715,239	0,0378	346,48	59	0,8019
Dist. incubación	3	dist_tot ~ dia + (1 individuo)	3,547,709	3,634,685	0,0334	346,77	61	0,7406
Dist. incubación	4	dist_tot ~ sexo + I(dia^2) + (1 individuo)	3,560,932	3,669,652	0,0436	346,09	60	0,5977
Dist. incubación	5	dist_tot ~ I(dia^2) + (1 individuo)	3,541,099	3,628,074	0,0433	346,11	61	0,5554
Dist. incubación	6	dist_tot ~ I(dia^3) + (1 pareja)	3,535,632	3,622,608	0,0539	345,56	61	0,5818
Dist. incubación	7	dist_tot ~ I(dia^4) + (1 pareja)	3,531,507	3,618,483	0,0602	345,15	61	0,5634
Dist. incubación	8	dist_tot ~ I(dia^4) + (1 individuo) + (1 pareja)	3,551,507	3,660,227	0,0602	345,15	60	0,5634
Dist. periodo	1	dist_tot ~ sexo + dia + (1 individuo)	1,443,106	1,461,005	0,0034	1433,11	260	0,4721
Dist. periodo	2	dist_tot ~ sexo * dia + (1 individuo)	1444,76	1,466,239	0,0045	1432,76	259	0,4088
Dist. periodo	3	dist_tot ~ dia + (1 individuo)	1,441,149	1,455,468	0,0023	1433,15	261	0,4801
Dist. periodo	4	dist_tot ~ sexo + I(dia^2) + (1 individuo)	1,442,682	1460,58	0,005	1432,68	260	0,5333
Dist. periodo	5	dist_tot ~ I(dia^3) + (1 individuo)	1440,95	1,455,269	0,0032	1432,95	261	0,545
Dist. periodo	6	dist_tot ~ I(dia^5) + (1 pareja)	1,435,876	1,450,194	0,0032	1427,88	261	0,5481
Dist. periodo	7	dist_tot ~ I(dia^3) + (1 pareja)	1,435,815	1,450,134	0,0034	1427,82	261	0,5233
Dist. periodo	8	dist_tot ~ I(dia^3) + (1 individuo) + (1 pareja)	1,437,815	1,455,714	0,0034	1427,82	260	0,5233

Tabla 4. Resultados prueba ANOVA utilizada para ver si los factores del mejor modelo son estadísticamente significativos. Se presentan los valores de la suma y media de cuadrados, los grados de libertad de numerador y denominador, el valor F y el valor P ($\Pr(\zeta F)$)

Modelo	Variable	Sum cuad	Mean cuad	NumGL	DenGL	Valor F	Pr(>F)
Recesos(8)	jornada	0,067	0,067	1	158,0004	7,9066	0,0056
Recesos(8)	I(dia^4)	0,1088	0,0544	1	158,0004	6,4193	0,0021
Recesos(8)	jornada:I(dia^4)	0,0046	0,0046	1	158,0004	0,5373	0,4647
Dist, incubación(7)	I(dia^4)	47,8808	47,8808	1	64,9305	4,0957	0,0471
Dist, periodo(7)	I(dia^3)	11,9691	11,9691	1	264,6363	0,9634	0,3272

Figura 1. (A) Porcentaje de tiempo diario invertido por los adultos de Tinamú chico (*Crypturellus soui*) durante la incubación a lo largo del tiempo en días de incubación. (B) Patrón de incubación del macho CH12b entre el 17 de diciembre de 2014 y el 2 de enero de 2015 en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia. El nido no fue monitoreado durante la colecta del sensor de temperatura. El ave sale del nido con 2 polluelos el día 19 de incubación a las 10:07 h.

Figura 2. Valores de la variable de respuesta para los tres análisis graficados contra el tiempo en días (A) Análisis de recesos: tiempo del macho fuera del nido vs tiempo en días. En rojo se presentan los datos correspondientes a la jornada de la mañana y en azul los correspondientes a la jornada de la tarde. Los días se encuentran agrupados en 3 periodos durante la incubación. (B) Análisis de distancia diaria recorrida durante la incubación: distancia diaria total recorrida vs tiempo en días durante el periodo de incubación. En rojo se presentan los datos correspondientes al sexo Femenino(F) y en azul Masculino(M). (C) Análisis de la distancia diaria recorrida en 3 periodos (antes, durante y después del periodo de incubación): distancia total diaria recorrida vs tiempo en días, se separaron los datos según el sexo: masculino(M) y femenino (F) para el Tinamú chico (*Crypturellus soui*), en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia. En rojo se presentan los datos correspondientes a las hembras y en azul los correspondientes a los machos.

Figura 3. Análisis de recesos de incubación: observados y estimados según el mejor modelo para la variable tiempo de duración de los recesos durante el periodo de incubación del Tinamú Chico (*Crypturellus soui*) en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia. Los datos observados tienen raíz cuadrada debido a una previa transformación para obtener normalidad. Los días se encuentran agrupados en 3 periodos durante la incubación y las jornadas: M (mañana), T (tarde).

Figura 4. Fotografía del sitio de anidación del Tinamú chico (*Crypturellus soui*) en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia.

Figura 5. Análisis de distancia diaria recorrida durante el periodo de incubación: observados y estimados según el mejor modelo para la variable distancia diaria recorrida del Tinamú Chico (*Crypturellus soui*) en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia. Los datos observados tienen raíz cuadrada debido a una previa transformación para obtener normalidad. En rojo se presentan los datos correspondientes a las hembras y en azul los correspondientes a los machos.

Figura 6. Análisis de distancia diaria recorrida antes, durante y después del periodo de incubación: observados y estimados según el mejor modelo para la variable distancia diaria recorrida del Tinamú Chico (*Crypturellus soui*) en el piedemonte del Parque Nacional Natural Farallones (PNN), Valle del Cauca-Colombia. Los datos observados tienen raíz cuadrada debido a una previa transformación para obtener normalidad. En rojo se presentan los datos correspondientes a las hembras y en azul los correspondientes a los machos.











